

# Evaluación biomecánica de implantes con diferentes superficies: análisis de coeficiente de estabilidad y torque de remoción en conejos

## Biomechanical evaluation of implants with different surfaces: analysis of stability coefficient and removal torque in rabbits

Arminda Rodríguez <sup>1a</sup>, Cristina Navarro <sup>1a</sup>, Juan Carlos Ibañez <sup>1ab</sup>, Miriam Silvína Grenón <sup>1,2ab</sup>

<sup>1</sup> Universidad Católica de Córdoba, Córdoba, Argentina.

<sup>2</sup> Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.

<sup>a</sup> Especialista en Implantología.

<sup>b</sup> Doctor en Odontología.

### RESUMEN

**Objetivos:** Evaluar el comportamiento biomecánico de tres marcas de implantes con diferentes superficies, mediante la comparación de parámetros de estabilidad al momento de colocación y de remoción. **Materiales y métodos:** Se realizó un estudio experimental en 8 conejos, se colocaron 21 implantes de tres marcas: ML Implant System®, Roster Dent® y Biomet 3i® Osseotite. Se colocaron 7 implantes de cada marca en el fémur y se realizó análisis de frecuencia de resonancia para medir el coeficiente de estabilidad inicial (ISQ inicial). A los 60 días se midió el coeficiente de estabilidad final de los implantes. Para medir el torque de remoción se fijaron en prensa y se ajustó el torquímetro Mark-10 de precisión digital. Los implantes fueron removidos mediante rotación inversa obteniendo el valor pico de torque de desinserción. **Resultados:** En cuanto a la estabilidad en la etapa inicial, los grupos Roster Dent® y ML Implant System® resultaron mayores que el grupo Biomet-3i aunque no fueron significativas ( $p=0,82$ ); sin embargo, el grupo ML Implant System® fue menor en la etapa final ( $p=0,04$ ). Entre el torque de inserción y remoción no hubo diferencia estadísticamente significativa. Tampoco las diferencias intergrupales del torque de remoción resultaron significativas. **Conclusiones:** Los sistemas de implantes estudiados mostraron comportamiento similar durante la prueba biomecánica de torque de inserción y remoción. Hubo diferencia entre todas las marcas comparando el análisis de frecuencia de resonancia inicial y final (estabilidad mecánica y estabilidad biológica). El grupo ML Implant System® tuvo ISQ menor en la etapa final.

**Palabras clave:** Implantes Dentales; Estabilidad de Dentadura; Torque. ([Fuente: DeCS BIREME](#))

### ABSTRACT

**Objective:** Evaluate the biomechanical behavior of three implant brands with different surfaces by comparing stability parameters during placement and removal. **Materials and Methods:** An experimental study was conducted with 8 rabbits, in which 21 implants from three different brands were placed: ML Implant System®, Roster Dent®, and Biomet 3i® Osseotite. Seven implants of each brand were placed in each femur, and resonance frequency analysis was performed to measure the initial stability coefficient (initial ISQ). At 60 days, the final stability coefficient of the implants was measured. To measure removal torque, the implants were fixed in a press, and a Mark-10 precision digital torque wrench was used. Implants were removed by reverse rotation, recording the peak removal torque value.

**Results:** Regarding initial-stage stability, the Roster Dent® and ML Implant System® groups showed higher values than the Biomet 3i® group, although differences were not significant ( $p=0.82$ ). However, the ML Implant System® group showed lower final-stage stability ( $p=0.04$ ). No statistically significant difference was observed between insertion and removal torque. Intergroup differences in removal torque were also non-significant. **Conclusions:** The studied implant systems demonstrated similar behavior during biomechanical insertion and removal torque testing. Differences were noted among all brands when comparing initial and final resonance frequency analyses (mechanical stability vs. biological stability). The ML Implant System® group showed a lower ISQ in the final stage.

**Keywords:** Dental Implants; Denture Retention; Torque. ([Source: MeSH NLM](#))

**Recibido:** 30 de setiembre de 2024

**Aprobado:** 18 de febrero de 2024

**Publicado:** 30 de abril de 2025

#### Correspondencia:

Miriam Silvína Grenón

Correo electrónico: [miriam.grenon@unc.edu.ar](mailto:miriam.grenon@unc.edu.ar)

© Los autores. Este artículo es publicado por la Universidad de San Martín de Porres (Lima, Perú) Es un artículo de acceso abierto distribuido bajo la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>



## INTRODUCCIÓN

La oseointegración se define como un proceso mediante el cual se logra una fijación rígida clínicamente asintomática de materiales aloplásticos y se mantiene en el hueso durante la carga funcional, está involucrada en la cicatrización de los implantes dentales, lo que da lugar a una unidad funcional que puede rehabilitar uno o más dientes perdidos, dando soporte a la prótesis dental <sup>(1)</sup>. La fijación primaria de los implantes está relacionada con la técnica quirúrgica, la geometría de los implantes, la calidad y cantidad de hueso local <sup>(2,3)</sup>.

Actualmente, el torque de inserción y la frecuencia de resonancia son utilizados para establecer la estabilidad primaria y la oseointegración de los implantes. El análisis de frecuencia de resonancia (RFA) se realiza con el instrumento de precisión marca Osstell® <sup>(4)</sup>. El Osstell mide la estabilidad del implante mediante la frecuencia de resonancia (Resonance Frequency Analysis, RFA). El resultado se expresa en ISQ (Implant Stability Quotient); es una prueba simple, clínicamente aplicable y no invasiva. La rigidez de la interfaz hueso/implante se calcula a partir de una frecuencia de resonancia como reacción a las oscilaciones ejercidas sobre dicho sistema. El implante es estimulado mediante un transductor oscilante atornillado a su estructura, y la resonancia específica del sistema implante/hueso se registra electrónicamente dentro de un rango de 5 a 15 kHz. La oscilación generada en el implante a una determinada frecuencia del transductor depende principalmente de las características de su fijación ósea <sup>(5)</sup>.

Las mediciones se muestran como el cociente de estabilidad del implante (ISQ), registrado como un número entre 1 y 100; un valor ISQ más alto representa un mayor grado de estabilidad del implante. Los valores ISQ van de 50 a 80 para implantes clínicamente descriptos como estables <sup>(4,5)</sup>. Se estudió que la posición del sensor en relación al transductor es importante pero que pequeños cambios en dicha posición muestran diferencias significativas al medir <sup>(6)</sup>. El torque de inserción es un método cuantitativo, que establece cual es el torque requerido para colocar un implante medido en Newton por centímetro (Ncm) y da la información acerca de la calidad de hueso local. Los cambios en la estabilidad del implante se pueden monitorear durante el proceso de curación del implante y se pueden identificar los posibles riesgos de falla <sup>(7)</sup>.

Gallardo y cols. mostraron que existe una correlación positiva entre ambos métodos de medición de estabilidad, aunque es importante

medir los dos porque expresan situaciones distintas, el torque es el esfuerzo necesario para que el implante penetre en el hueso mientras que el AFR muestra la estabilidad obtenida una vez que el implante está insertado en el maxilar <sup>(8)</sup>.

Se puede medir el torque de remoción de los implantes en muestras en animales con torquímetro Mark-10 de precisión digital. A los implantes se los remueve mediante rotación inversa obteniendo el valor pico de torque de desinserción expresados en Ncm <sup>(9)</sup>.

La superficie del implante ML se obtiene mediante arenado (proceso que consiste en la proyección de partículas a alta velocidad), grabado al ácido, y el pasivado que consiste en la formación de una capa de óxido homogénea de espesor considerable (formula no publicada) <sup>(10)</sup>. La superficie de los implantes Roster Dent lleva un tratamiento que se realiza con tres procesos: arenado, grabado ácido y neutralizado <sup>(11)</sup>. La superficie Osseotite de los implantes Biomet 3i se obtiene por arenado, grabado con ácido sulfúrico y clorhídrico <sup>(12)</sup>. Las microtomografías observadas en los diferentes grupos de implantes estudiados presentan hallazgos específicos y particulares, dependiendo del tratamiento químico de la superficie <sup>(13)</sup>.

Los implantes de origen nacional argentino ML y Roster Dent, si bien tienen tratamiento de superficie similar al del implante Biomet 3i, no se conoce el comportamiento biomecánico. El objetivo de este estudio fue evaluar el comportamiento biomecánico de tres marcas de implantes con diferentes superficies, mediante la comparación de parámetros de estabilidad (coeficientes de estabilidad y torque) al momento de colocación y de remoción; asimismo, registrar el torque de remoción.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Procedimiento quirúrgico.** Se realizó un estudio experimental en 8 conejos hembras y machos de la variedad híbrido francés de un año de edad, de 4,5 a 5 kg de peso corporal. Las marcas de implantes dentales utilizadas fueron: grupo 1: ML Implant System® (CABA, Buenos Aires, Argentina), grupo 2: Roster Dent® (CABA, Buenos Aires, Argentina) y grupo 3: Biomet 3i® Osseotite (Palm Beach Gardens, EEUU), todos con sistemas de paredes paralelas con conexión externa. Las tres marcas de implantes fueron colocadas en la cara dorsal del fémur derecho de cada conejo, se colocaron un total de 24 implantes; en cada animal se colocaron los tres tipos de implantes objeto de estudio. Se perdió un conejo por fractura del fémur; por lo que la

muestra final fue de 21 implantes, siete de cada marca. Se usaron 7 implantes 3i de 8,5 mm de longitud, de 3,75 de diámetro y 4,1 de plataforma; los 7 implantes de ML fueron de 8 mm de longitud, diámetro 3,75 y de 4 de plataforma; y los 7 implantes Roster Dent fueron de 8 mm de longitud, diámetro 3,75 y de 4,1 de plataforma. Los animales se trasladaron 7 días antes de las cirugías a las instalaciones de la clínica veterinaria de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Católica de Córdoba (UCC), para lograr la adaptación y disminución del estrés emocional. Las cirugías se llevaron a cabo en los quirófanos de dicha clínica. Las mismas fueron realizadas por médicos veterinarios de dicha institución y los odontólogos de la Carrera de Especialización en Implantología Oral de la Facultad de Medicina. El protocolo fue aprobado por la Comisión de Bioética y Bienestar Animal de la Facultad de Ciencias Agropecuarias - Universidad Católica de Córdoba (Dictamen número: CBBA. 01.2014. UCC.).

**Protocolo quirúrgico.** Se administró medicación preoperatoria y anestésica: xilacina (2 mg/kg), morfina (0,5 mg/kg) y ketamina (25 mg/kg) por vía intramuscular. Luego de ser sedados se administró por vía endovenosa

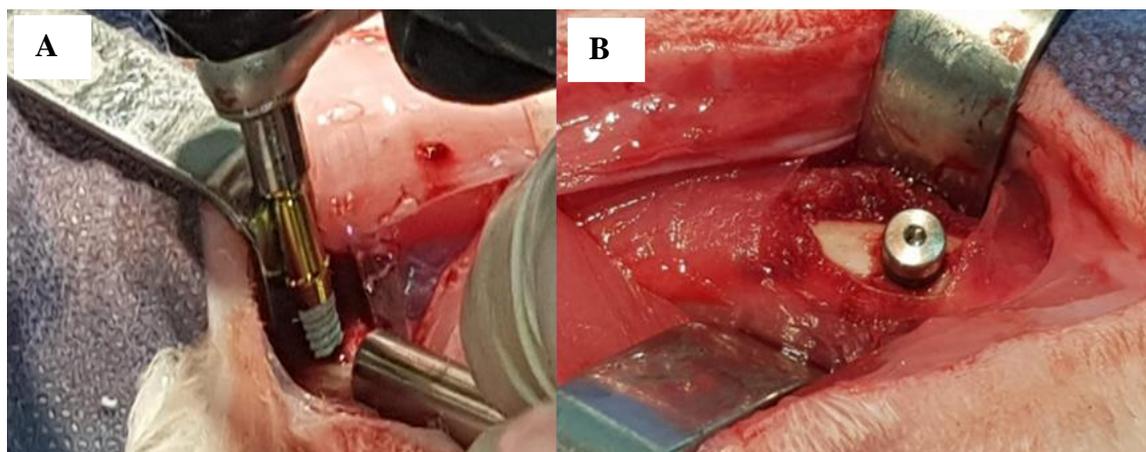
fluidoterapia a razón de 10 ml/kg/hora durante todo el procedimiento quirúrgico. Previo a la inducción se administró oxígeno con máscara, con un flujo de 4 L/m y enrofloxacina (5 mg/kg) por vía intramuscular para brindar terapia antimicrobiana prequirúrgica. La inducción se llevó a cabo con propofol y ketamina a efecto (3 mg/kg y 10 mg/kg, respectivamente) administrados por vía endovenosa. El mantenimiento se llevó a cabo con ketamina (30 mg/kg/hora) y propofol (24 mg/kg/hora); durante todo el procedimiento anestésico se administró oxígeno con máscara con un flujo de 4 L/min. El monitoreo anestésico se realizó utilizando electrocardiografía, oximetría de pulso y presión arterial no invasiva. Se desinfectó la zona a intervenir con Iodopovidona al 10% y se afeitó. Se realizó la incisión con bisturí Bard Parker de hoja 12 y decolado de los planos hasta acceder al tejido óseo. La trepanación se realizó con contrángulo marca W&H con reducción 20:1 (Figura 1), fisiodispenser 3i DU 1000 con control de torque de 50 Ncm y fresas correspondientes para cada sistema de implantes siguiendo la secuencia indicada por los fabricantes hasta terminar el fresado. Se colocaron los implantes con sistema mecanizado (Figura 2 A y B).



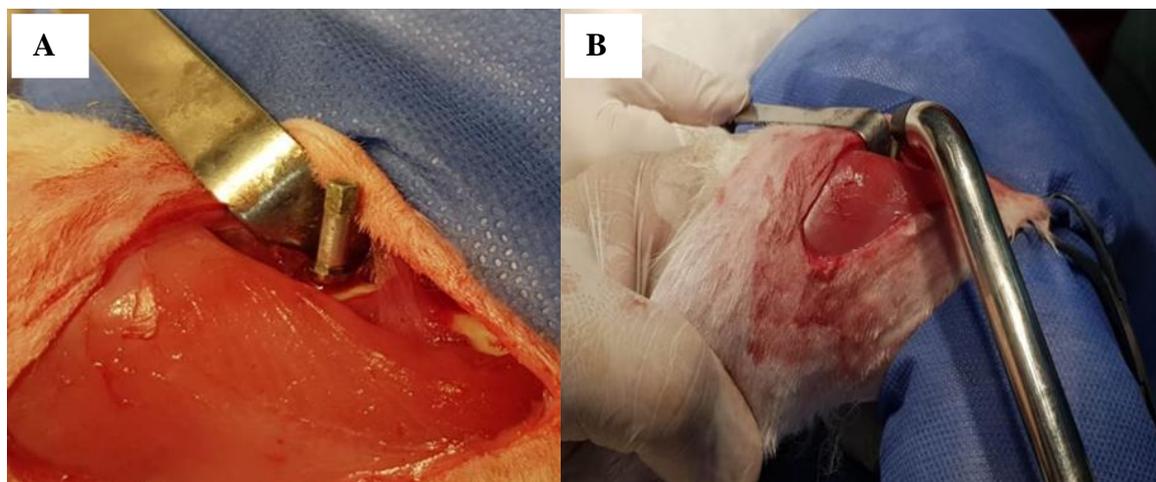
**Figura 1.** Trepanación con contrángulo con reducción 20:1

Una vez instalados los implantes se realizó análisis de frecuencia de resonancia para medir el coeficiente de estabilidad inicial (ISQ inicial) con el dispositivo Osstell ISQ (Osstell, Integration Diagnosis AB, Gotenberg, Suecia) y transductor (Smart Peg) tipo 1 (Integration Diagnostics, Goteborg, Suecia) (Figura 3). Luego, se reposicionaron los colgajos y se suturaron por planos separados con sutura reabsorbible (Vicryl 4-0, Ethicon, Alemania) para los planos profundos; la zona cutánea se cerró con sutura no reabsorbible (Prolene 5-0 Ethicon). Finalizado el procedimiento

quirúrgico, los animales se recuperaron de la anestesia en una sala apropiada y fueron monitoreados hasta que estuvieron en condiciones de mantenerse en decúbito esternal. Se mantuvieron aislados en sala de recuperación, se realizaron controles y curaciones durante 7 días; posteriormente, fueron identificados y mantenidos en condiciones ambientales controladas, alojados en jaulas junto con otros conejos, con acceso a una dieta balanceada y agua *ad libitum* durante 60 días.



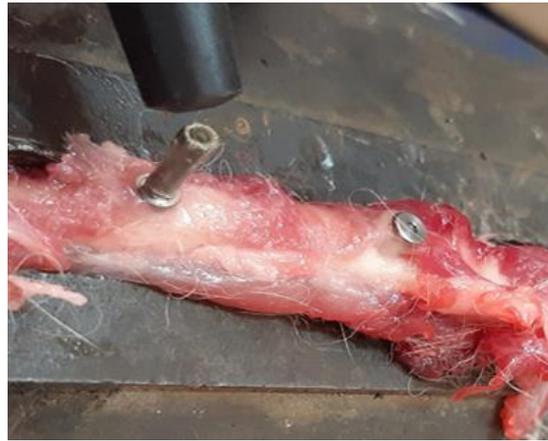
**Figura 2.** Colocación mecanizada de los implantes. **A.** Momento de inserción del implante. **B.** Implante con tapa cicatrizal



**Figura 3.** Medición del coeficiente de estabilidad inicial. **A.** Transductor colocado. **B.** Medición con Osstell

Se practicó la eutanasia a los 60 días de colocados los implantes. Se extrajeron los fémures y se retiró el tejido blando (Figura 4). Se midió el coeficiente de estabilidad final de los implantes a través de análisis de frecuencia de resonancia, de la misma manera que se realizó en la primera cirugía. Para medir el torque de remoción de los implantes a las

muestras se fijaron en prensa y se ajustó el torquímetro Mark-10 de precisión digital (Marks-10. USA. Digital Torque Gauge Series TTT/ Modelo No: MTT03-50/ Serie No: 1234567/ versión 1.0© Mark 10 Corp.). Los implantes fueron removidos mediante rotación inversa obteniendo el valor pico de torque de desinserción, expresados en Ncm (Figura 5).



**Figura 4:** Medición del coeficiente de estabilidad final con Osstell



**Figura 5:** Medición del torque de remoción de los implantes

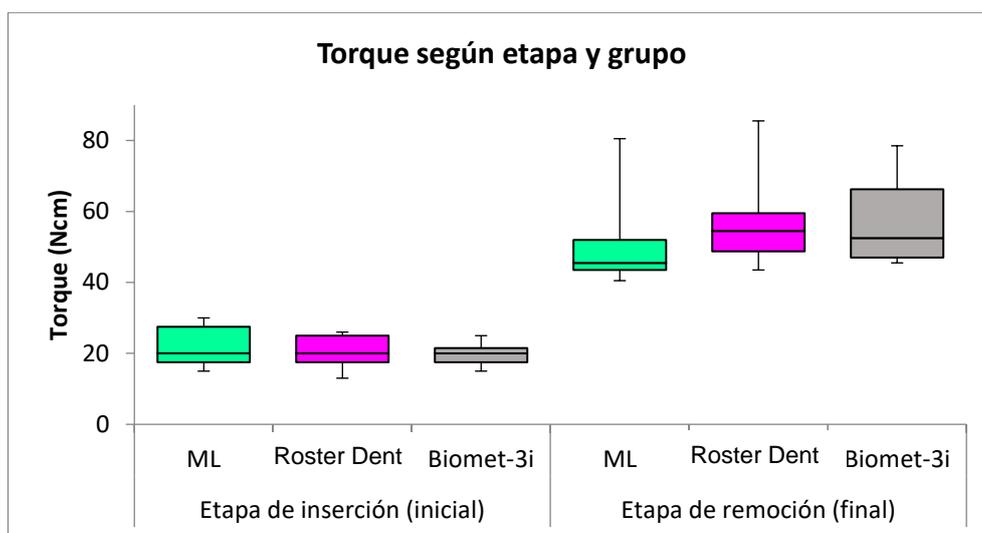
**Tratamiento estadístico de los datos.** Una vez establecido que los datos no eran paramétricos, se realizaron dos pruebas: Kruskal-Wallis para establecer las diferencias y prueba de Wilcoxon para comparación del rango medio entre grupos. En todos los casos, las diferencias se consideraron significativas a  $p < 0,05$ .

## RESULTADOS

**Torque de remoción.** En la tabla 1 se muestran los valores de tendencia central (media) y de dispersión (desviación estándar) de torque de inserción y remoción de los tres grupos de implantes. No hubo diferencia estadísticamente significativa entre ellos.

**Tabla 1.** Torque según grupo y etapa: Recuento de casos (n); media  $\pm$  desviación estándar y significación de la prueba de contraste (Kruskal-Wallis; valor p)

Grupo	Torque de inserción (Ncm)				Valor p	Torque de remoción (Ncm)				Valor p
ML	n=7	22,1	$\pm$	6,4		n=7	51,1	$\pm$	14,2	
Roster Dent	n=7	20,4	$\pm$	5,0	0,75	n=6	57,7	$\pm$	15,1	0,26
Biomet-3i	n=7	19,7	$\pm$	3,7		n=7	57,6	$\pm$	13,7	



**Figura 6.** Distribuciones de valores de torque según grupo y etapa

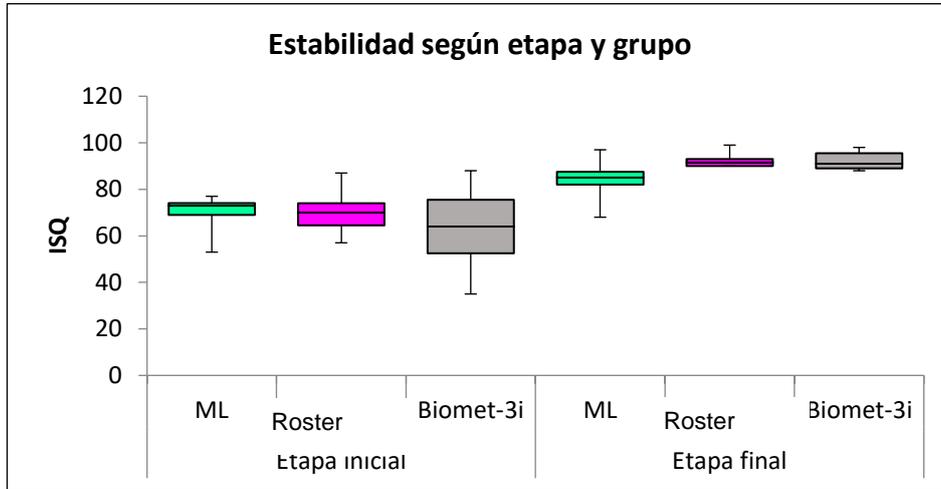
En el diagrama de cajas de la figura 6 se observan esquemáticamente las distribuciones de valores de torque según grupo y etapa, en el mismo se aprecian semejanzas en las distribuciones en los grupos en la etapa de inserción, con valores dentro de un rango acotado entre 13 y 30 Ncm y sin encontrar diferencias significativas entre ellos (Kruskal-Wallis:  $p=0,75$ ), en tanto que en la etapa de remoción, los tres grupos de implantes registraron acentuados incrementos de torque respecto a la etapa de inserción, y aunque el grupo ML registró valores ligeramente menores que los otros dos grupos, las diferencias intergrupales tampoco resultaron significativas en esta etapa (Kruskal-Wallis:  $p=0,26$ ).

**Estabilidad del implante.** En la tabla 2 se muestran los valores de tendencia central y de

dispersión (media y desviación estándar) de estabilidad de los implantes (ISQ) según grupo y etapa, mientras que en el diagrama de cajas de la figura 7 se grafican las distribuciones de valores ISQ registrados según grupo y etapa. En la etapa inicial, la estabilidad de los implantes de los grupos experimentales resultaron algo mayores que el grupo Biomet-3i, si bien estas diferencias no resultaron significativas (prueba de Kruskal-Wallis;  $p=0,82$ ), en la etapa final (ISQ biológico) si resultaron estadísticamente significativas las diferencias entre grupos (Kruskal-Wallis;  $p=0,04$ ), que al profundizar mediante contraste múltiple por parejas de grupos (prueba de dos caras) se determinó que sólo el grupo ML se diferenció significativamente de los otros dos grupos.

**Tabla 2.** ISQ según grupo y etapa: Recuento de casos (n); media  $\pm$  desviación estándar y significación de la prueba de contraste (Kruskal-Wallis; valor p)

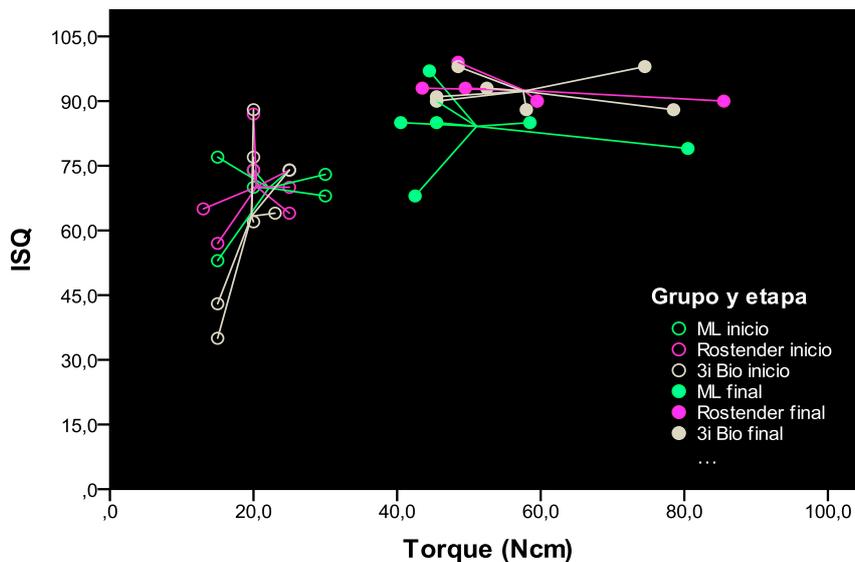
Grupo	ISQ mecánico				Valor p	ISQ biológico				Valor p
ML	n=7	69,9	$\pm$	8,0		n=7	*84,1	$\pm$	9,0	
Roster Dent	n=7	70,1	$\pm$	9,6	0,82	n=6	92,5	$\pm$	3,5	0,04
Biomet-3i	n=7	63,3	$\pm$	18,8		n=7	92,3	$\pm$	4,3	



**Figura 7.** Distribuciones de valores de ISQ según grupo y etapa

Respecto a las diferencias de ISQ entre etapas, estas resultaron estadísticamente significativas, tanto en general como en particular, al considerar cada grupo por separado (Prueba de Wilcoxon para muestras relacionadas:  $p < 0,05$  en todos los casos). En el gráfico de dispersión de la figura 8 se muestran las distribuciones de estabilidad y de torque correspondientes a cada implante, agrupados según grupo y etapa. En la etapa inicial, las diferencias de torque entre grupos

son escasas y con dispersiones moderadas, en cuanto a las diferencias de ISQ, el grupo control registró valores algo menores. En la etapa final o de remoción de implantes, se observó una mayor dispersión de valores de torque, y una notable similitud entre los grupos Roster Dent y Biomet-3i, distanciándose de ellos el grupo ML con valores más bajos de torque y de ISQ.



**Figura 8.** ISQ vs torque según grupo y etapa

## DISCUSIÓN

En el presente estudio se evaluó el comportamiento biomecánico de la superficie de los implantes ML Implant System® y Roster Dent® comparado con una superficie muy estudiada como la Osseotite de los implantes Biomet 3i®, se realizaron mediciones con Osstell encontrándose resultados confiables. Herrero Climent y cols. <sup>(14)</sup>, realizaron un análisis comparativo entre dos dispositivos de medición de frecuencia de resonancia, se colocaron implantes en huesos de bovinos frescos, las mediciones se tomaron con dos tipos de dispositivos (Peguin/Osstell) con sus respectivos transductores permitiendo una medición fiable y repetible de estabilidad.

Los estudios como el Jaramillo y cols. <sup>(15)</sup> compararon la confiabilidad de Osstell Mentor y Osstell ISQ en la medición de la estabilidad del implante y encontraron que sus mediciones tenían perfecta reproducibilidad y repetibilidad. Ibañez y cols. <sup>(7)</sup> encontraron que los valores de ISQ valorados con los dispositivos medidos en forma vertical difirieron de los ISQ medidos horizontalmente en el 62,7% de los casos. Las diferencias entre los grupos resultaron estadísticamente significativas.

Jimbo y cols. <sup>(16)</sup>, midieron la estabilidad de dos implantes colocados en tibias de conejos usando un analizador de frecuencia de resonancia (FRA), no presentó diferencia significativa en ninguna instancia. En nuestro estudio hubo diferencia significativa en el ISQ biológico entre ML versus Roster Dent y Biomet 3i, siendo menor para ML, esta diferencia podría deberse a las características de la topografía superficial de ambos implantes.

Amanda de Carvalho y cols. <sup>(17)</sup> verificaron la estabilidad primaria, procesos de oseointegración y las superficies de los implantes (cónico e híbrido-cilíndrico) colocados en la metafisis tibial de conejos albinos, realizando la prueba de remoción contra-torque y análisis histológico descriptivo. Observaron que los implantes cónicos híbridos mostraron mayor torque de inserción y contacto hueso-implante en relación a los implantes cilíndricos. Sin embargo, el torque de remoción de los implantes cilíndricos fue mayor que el de los implantes cónicos híbridos. Koh y cols. <sup>(18)</sup> analizaron diferentes superficies modificadas de los implantes dentales colocados en tibias de conejos, midieron el análisis de frecuencia de resonancia con Osstell para determinar cambio de la estabilidad de los implantes durante el periodo de cicatrización y la remoción del torque de desinserción, no

encontraron diferencias significativas entre los grupos de estudio.

En otra investigación, Soares y cols. <sup>(19)</sup> evaluaron la estabilidad y la oseointegración de los implantes dentales con diferente humectabilidad. Para cada serie de mediciones de RFA, los valores ISQ se registraron utilizando Osstell en dos direcciones diferentes: bucal y palatal. Se adjuntó un transductor al implante y se registró un ISQ que varió de 1 a 100. El Osstell se puso en contacto muy cercano con los transductores.

Park y cols. <sup>(20)</sup> evaluaron la relación entre los valores iniciales del cociente de estabilidad del implante y la relación de contacto hueso-implante en la tibia de conejo, demostraron que los valores iniciales de ISQ tienen una correlación significativa con el porcentaje del BIC; asimismo, dicho porcentaje del volumen óseo no mostró asociación significativa con los valores de ISQ.

Carmo Filho y cols. <sup>(21)</sup> analizaron el torque de inserción, así como la estabilidad primaria y secundaria de implantes dentales con distintos tratamientos de superficie durante el periodo de oseointegración en pacientes edéntulos parciales y bilaterales en el sector posterior del maxilar inferior. En el estudio se colocaron implantes con diferentes tratamientos de superficie, y se evaluaron los valores ISQ y torque de inserción. Se encontró una correlación significativa entre ambos parámetros tanto en la fase inicial como en la evaluación final para los implantes Osseotite, Nanotite y SLActive. Sin embargo, tras 91 días, esta correlación significativa solo se mantuvo en los implantes Osseotite.

Otro de los objetivos del estudio fue comparar los valores del torque de remoción de los implantes ML, con superficie tratada mediante arenado, grabado ácido y pasivado <sup>(10)</sup>, con los implantes Roster Dent, sometidos a un tratamiento de tres procesos: arenado, grabado ácido y neutralizado <sup>(11)</sup>, y con el implante testigo Biomet 3i con superficie Osseotite <sup>(12)</sup>. Los datos obtenidos se basaron en la comparación de los valores de ISQ inicial (mecánico) y final (biológico), evidenciando valores similares entre los implantes Roster Dent y Biomet 3i. Sin embargo, los implantes ML presentaron un valor significativamente menor ( $p=0,04$ ).

Cho y cols. <sup>(22)</sup> evaluaron el torque de remoción y las superficies de los implantes mecanizado y tratado con doble grabado ácido, que fueron colocados en tibias de conejos y removidas a

las 12 semanas post quirúrgicas mediante torsión inversa con el torque digital (Mark-10 Corporation, EE. UU.), encontrándose una diferencia significativa de torque en la superficie tratada con doble grabado ácido y logrando una mayor fuerza de oseointegración. Bustos Malberti y cols.<sup>(8)</sup>, realizaron también un estudio en conejos, y no hallaron diferencia significativa en el torque de remoción.

Bajo las condiciones del presente estudio, los sistemas de implantes ML, Roster Dent y Biomet 3i mostraron un comportamiento similar en la prueba biomecánica de torque de remoción. Sin embargo, se observó una diferencia significativa en los valores de ISQ biológico, donde los implantes Roster Dent y Biomet 3i, presentaron valores superiores en comparación con los implantes ML, que mostraron un valor menor. Este hallazgo indica una diferencia estadísticamente significativa entre la marca ML y las otras dos evaluadas.

#### **Roles de contribuciones según CRediT**

Conceptualización: JCI, MSG, ASR, MCN.

Metodología: JCI, MSG, ASR, MCN.

Validación: JCI, ASR, MCN. Análisis formal:

MSG, ASR, MCN. Investigación: ASR, MCN.

Recursos: ASR, MCN. Curación de datos: JCI,

MSG, ASR, MCN. Redacción – Borrador

original: MSG. Redacción – Revisión y edición:

MSG. Visualización: MSG. Supervisión: JCI,

MSG. Administración del proyecto: JCI, MSG

**Fuente de financiamiento:** Autofinanciado.

**Conflictos de interés:** Las autoras declararon no tener conflicto de interés.

#### **REFERENCIAS**

- Albrektsson T, Johansson C. Osteoinduction, osteoconduction and osseointegration. *Eur Spine J.* 2001;10(Suppl 2):S96-S101. doi:10.1007/s005860100282.
- Chouirfa H, Bouloussa H, Migonney V, Falentin-Daudré C. Review of titanium surface modification techniques and coatings for antibacterial applications. *Acta Biomater.* 2019 Jan 1; 83:37-54. doi: 10.1016/j.actbio.2018.10.036.
- Franchi M, Orsini E, Trire A, Quaranta M, Martini D, Piccari GG, et al. Osteogenesis and morphology of the peri-implant bone facing dental implants. *Scientific World Journal.* 2004 Dec 14;4:1083-95. doi: 10.1100/tsw.2004.211.
- Meredith N, Shagaldi F, Alleyne D, Sennerby L, Cawley P. The application of resonance frequency measurements to study the stability of titanium implants during healing in the rabbit tibia. *Clin Oral Implants Res.* 1997 Jun;8(3):234-43. doi: 10.1034/j.1600-0501.1997.080310.
- Makary C, Rebaudi A, Mokbel N, Naaman N. Peak insertion torque correlated to histologically and clinically evaluated bone density. *Implant Dent.* 2011 Jun;20(3):182-91. doi: 10.1097/ID.0b013e31821662b9.
- Ibáñez MC, Tahhan M, Ibáñez JC. Influencia de la orientación del sensor Osstell ISQ en los valores del coeficiente de estabilidad de los implantes. *Rev Asoc Odontol Argent.* 2014;102(4):166-171.
- Smeets R, Stadlinger B, Schwarz F, Beck-Broichsitter B, Jung O, Precht C, et al. Impact of Dental Implant Surface Modifications on Osseointegration. *Biomed Res Int.* 2016; 2016:6285620. doi: 10.1155/2016/6285620.
- Gallardo S, Ibáñez MC, Ibáñez JC. Correlation between ISQ and Insertion Torque values using double acid-etched implants. *J Osseointegr.* 2016;8(3):29-36.
- Bustos Malberti S, Correa Patiño D, Crespo I, Juaneda MA, Ibáñez MC, Ibáñez JC. Evaluación de torque de remoción en implantes dentales 3i, B&W y Tree-Oss. Estudio experimental en conejos. *Rev Asoc Odontol Argent.* 2016;104:150-159.
- ML Implant System [Internet]. [citado el 15 de marzo del 2024]. Disponible en: <https://www.mlimplantsystem.com.ar>
- Roster Dent. Sistemas de implantes dentales. [Internet]. [citado el 15 de marzo del 2024]. Disponible en: <https://www.rosterdent.com.ar>
- Product catalog for site preparation & surgical technologies. [Internet]. [citado el 15 de marzo del 2024]. Disponible en: <https://www.biomet3i.cz>
- Sezin M, Croharé L, Ibáñez JC. Microscopic study of surface microtopographic characteristics of dental implants. *Open Dent J.* 2016;10:139-47. doi:10.2174/1874210601610010139.
- Herrero-Climent M, Falcão A, López-Jarana P, Díaz-Castro CM, Ríos-Carrasco B, Ríos-Santos JV. In vitro comparative analysis of two resonance frequency measurement devices: Osstell implant stability coefficient and Penguin resonance frequency analysis. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2019 Dec;21(6):1124-1131. doi: 10.1111/cid.12868.
- Jaramillo R, Santos R, Lázaro P, Romero M, Ríos-Santos JV, Bullón P. Comparative analysis of 2 resonance frequency measurement devices: Osstell Mentor and Osstell ISQ. *Implant Dent.* 2014 Jun;23(3):351-6. doi: 10.1097/ID.0000000000000072.
- Jimbo R, Fernandez-Rodriguez J, Sul YT, Johansson CB. Principal component analysis: a novel analysis to evaluate the characteristics of osseointegration of different implant surfaces. *Implant Dent.* 2011 Oct;20(5):364-8. doi: 10.1097/ID.0b013e31822b9c39.
- Leocádio ACS, Júnior MS, Oliveira GJPL, Pinto GDCS, Faeda RS, Padovan LEM, et al. Evaluation of Implants with Different Macrostructures in Type I Bone-Pre-Clinical Study in Rabbits. 2020;13(7):1521. doi:10.3390/ma13071521.
- Koh JW, Yang JH, Han JS, Lee JB, Kim SH. Biomechanical evaluation of dental implants with different surfaces: Removal torque and resonance frequency analysis in rabbits. *J Adv Prosthodont.* 2009 Jul;1(2):107-12. doi: 10.4047/jap.2009.1.2.107.

- 19 Soares PB, Moura CC, Claudino M, Carvalho VF, Rocha FS, Zanetta-Barbosa D. Influence of Implant Surfaces on Osseointegration: A Histomorphometric and Implant Stability Study in Rabbits. *Braz Dent J.* 2015 Oct;26(5):451-7. doi: 10.1590/0103-6440201300411.
- 20 Park IP, Kim SK, Lee SJ, Lee JH. The relationship between initial implant stability quotient values and bone-to-implant contact ratio in the rabbit tibia. *J Adv Prosthodont.* 2011 Jun;3(2):76-80. doi: 10.4047/jap.2011.3.2.76.
- 21 Carmo Filho LCD, Marcello-Machado RM, Castilhos ED, Del Bel Cury AA, Faot F. Can implant surfaces affect implant stability during osseointegration? A randomized clinical trial. *Braz Oral Res.* 2018 Oct 25;32:e110. doi: 10.1590/1807-3107bor-2018.
- 22 Cho SA, Park KT. The removal torque of titanium screw inserted in rabbit tibia treated by dual acid etching. *Biomaterials.* 2003 Sep;24(20):3611-7. doi: 10.1016/s0142-9612(03)00218-7.

---

Arminda Rodriguez

Orcid: <https://orcid.org/0009-0009-9743-4166>

Correo: [rodriguezarminda18@gmail.com](mailto:rodriguezarminda18@gmail.com)

María Cristina Navarro

Orcid: <https://orcid.org/0009-0007-9279-5021>

Correo: [mcrisbiasutti@hotmail.com](mailto:mcrisbiasutti@hotmail.com)

Juan Carlos Ibañez

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6857-4818>

Correo: [dribanez@ibaimplantes.com](mailto:dribanez@ibaimplantes.com)

Miriam Silvina Grenón

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1342-5046>

Correo: [miriam.grenon@unc.edu.ar](mailto:miriam.grenon@unc.edu.ar)